T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	Fe基二元系合金の繰り返し変形に伴う転位組織の形成と発達
Title(English)	
著者(和文)	首藤洋志
Author(English)	Hiroshi Shuto
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11280号, 授与年月日:2019年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:藤居 俊之,竹山 雅夫,小林 覚,村石 信二,中田 伸生,吉永 直樹
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11280号, Conferred date:2019/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

（博士課程）

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第　　号		学位申請者氏名		首藤　洋志	
論文審査 審査員		氏　名	職　名		氏　名	職　名
	主査	藤居 俊之	教授	審査員	中田 伸生	准教授
	審査員	竹山 雅夫	教授		吉永 直樹	特定教授
		小林 覚	准教授			
		村石 信二	准教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は「Fe 基二元系合金の繰り返し変形に伴う転位組織の形成と発達」と題し，6 章から構成されている．

第 1 章「緒論」では，疲労特性と鋼板の強化機構に関する既往の研究を概観し，疲労特性と転位組織の関連性が示唆されているものの，それが証明されていないこと，また，転位組織の形態や形成機構について統一見解が得られていないことを指摘し，本研究の目的と意義を述べている．

第 2 章「電子チャネリングコントラスト法による Fe–3 mass%Si 合金中の転位組織の観察」では，Fe–3 mass%Si 合金多結晶に対して室温で定塑性ひずみ振幅の低サイクル疲労試験を行い，形成された転位組織を走査電子顕微鏡の電子チャネリングコントラスト法により観察し，塑性ひずみ振幅の増加に伴って，Vein 組織，Vein-like 組織，Labyrinth 組織，変形帯中の Cell 組織という順序で転位組織が形成・発達することを明らかにしている．また，本手法による観察結果では，Labyrinth 組織を構成する転位 Wall が Double Pseudo-Polygonization（DPP）モデルでも Li モデルでも説明できると述べている．さらに，変形帯およびその内部に発達する帯状の Cell 組織の方位に関し，変形帯は主すべり面に平行であり，内部に発達した Cell 組織は交差すべり面に垂直な面に沿って配列することを見出している．

第 3 章「超高圧走査透過電子顕微鏡による Fe–3 mass%Si 合金中の転位組織形成過程の観察」では，Fe–3 mass%Si 合金単結晶に対し，全ひずみ振幅$\varepsilon_t = 1.0\times10^{-2}$での低サイクル疲労試験を室温で実施し，転位 Wall の形成過程を超高圧走査透過電子顕微鏡で観察し，繰り返し数 30 回で(110)Wall が形成され始めることを明らかにしている．また，(110)Wall の形成に寄与する活動すべり系は$(2\bar{1}\bar{1})[111]$および$(112)[\bar{1}\bar{1}1]$であると同定し，(110)Wall は活動する二種類の転位のバーガースベクトル，$\pm a/2[111]$と$\pm a/2[\bar{1}\bar{1}1]$，の合成ベクトルの方向に垂直な面に沿うと述べている．さらに，本章での転位 Wall の観察結果の考察から，DPP モデルよりも Li モデルの方が転位 Wall の結晶学的方位を予測するのに合理的であることを導き，第 2 章の結果も含めて転位 Wall の方位を矛盾なく説明している．

第 4 章「超高圧走査透過電子顕微鏡による Fe–1 mass%Si 合金中に形成された転位 Wall の観察」では，より実用合金組成に近い Fe–1 mass%Si 合金多結晶を用いて，室温で全ひずみ振幅$\varepsilon_t = 5\times10^{-3}$での疲労試験を行い，発達した転位組織を超高圧電子顕微鏡で観察し，転位 Wall が 2 種類のバーガースベクトルの転位で構成されることを明らかにしている．また，転位 Wall は(110)Wall と(001)Wall からなる Labyrinth 組織であり，観察された転位 Wall の面方位は第 3 章で得た結果と一致することを示している．これらの結果から，第 2 章および第 3 章で得た知見が，より実用合金に近い Fe–1 mass%Si 合金にも適用可能であると結論している．

第 5 章「Fe 基二元系合金の疲労特性と転位組織の関係」では，Fe–0.5 mass%Si 合金多結晶と Fe–2 mass%Ni 合金多結晶および Fe–1.5 mass%Cu 合金多結晶を用いて，平面曲げ疲労試験と全ひずみ振幅$\varepsilon_t = 3\times10^{-3}$を一定とした疲労試験を行い，Fe–0.5 mass%Si 合金と Fe–1.5 mass%Cu 合金の時間強度および疲労限は，同等の引張強さの Fe–2 mass%Ni 合金より高くなることを明らかにしている．また，塑性ひずみ振幅が同等でも，Fe–0.5 mass%Si 合金および Fe–1.5 mass%Cu 合金では，Fe–2 mass%Ni 合金に比べ，繰り返し変形中に Cell 組織の形成が抑制されることを見出している．これらの結果から，疲労特性向上のための合金設計指針として，Cell 組織形成を遅延させるために，交差すべりの活動を抑制させる固溶元素の添加が有効となると結論している．

第 6 章「結論」では，本論文で得られた結果を総括し，疲労特性向上のための Fe 基合金設計に対して，本研究で明らかとなった転位組織形成・発達の知見の意義を述べている．また，この研究分野の未解決課題を指摘すると共に，今後期待される研究の発展性を具体的に提示している．

以上を要するに，本論文は Fe–Si 合金をはじめとする Fe 基二元系合金の疲労によって形成・発達する転位組織を種々の電子顕微鏡観察によって詳細かつ系統的に調査し，転位組織の発達過程を明らかにすると共に，Cell 組織形成抑制が疲労特性向上には重要な因子となる，という合金設計上の有用な知見を得たものであり，工業上，工学上，貢献するところが大きい．よって，本論文は博士（工学）の学位論文として十分な価値があるものと認められる．

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ（T2R2）にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。